

## ⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平4-33537

⑬ Int. Cl.<sup>9</sup>

B 22 D 11/06

識別記号

3 3 0 B

庁内整理番号

8823-4E

⑭公告 平成4年(1992)6月3日

発明の数 1 (全5頁)

⑮発明の名称 薄肉鋳片の連続鋳造装置用冷却ドラム

⑯特 願 昭62-240481

⑰公 開 平1-83342

⑱出 願 昭62(1987)9月24日

⑲平1(1989)3月29日

⑳発 明 者 山 上 靖 博 福岡県北九州市八幡東区枝光1丁目1番1号 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

㉑発 明 者 森 本 好 郎 福岡県北九州市八幡東区枝光1丁目1番1号 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

㉒発 明 者 柳 謙 一 広島県広島市西区観音新町4丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島製作所内

㉓発 明 者 山 根 伍 広島県広島市西区観音新町4丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島製作所内

㉔出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

㉕出 願 人 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号

㉖代 理 人 弁理士 小 堀 益 外1名

㉗審 査 官 松 本 貢

1

## ⑳特許請求の範囲

1 ドラム周面に深さが5~100 $\mu$ mで、直径が0.1~1.2mmの範囲にある円形状又は長円形状の複数種の大きさの多数の窪みを、その開口端間の最接近距離を0.1~2.0mmの範囲で離間させて配設してなり、隣接する該窪みの開口端間の最接近距離が0.1~0.5mmの範囲では、直線状、円弧状、鉤状等のいずれの方向にも面積の同じ窪みが4個以上連続して配列されていないことを特徴とする薄肉鋳片の連続鋳造装置用冷却ドラム。

## 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は、ツインドラム方式、単ドラム方式、ドラム-ベルト方式等の連続鋳造装置に使用される冷却ドラムに関する。

## 〔従来の技術〕

近年、金属の連続鋳造の分野では、製造コストの切り下げ、新材質の創出などを目的として、最終形状に近い薄肉鋳片の鋳造技術の開発が強く望まれている。この要求に対して各種の方法が提案

2

され、その一部は工業生産のレベルにまで達している。しかし、これまでの方法は、生産性、鋳片品質確保等の点で未だ充分なものとはいえない。

これらの薄肉鋳片の連続鋳造方法の中で構造が比較的に簡単なものとして、鋳型の主構成要素として内部水冷機構を備えた一對のドラムを使用するツインドラム方式、一本の冷却ドラムを使用する単ドラム方式、冷却ドラムとベルトの間に湯溜り部を形成するドラム-ベルト方式等がある。これ等の鋳造法においては、鋳片の表面性状を安定して高水準に維持することが重要な課題である。すなわち、これらの連続鋳造方法は、従来の連続鋳造設備によつて製造されるスラブの場合と異なり、以後の工程で圧延される度合いを小さくすることができ薄肉鋳片を得ることを狙つて、開発されたものである。そのため、薄肉鋳片の表面に肉厚変動等の欠陥があると、これが製品表面の欠陥となり、その商品価値を著しく損なう危険性が大きい。

そこで、良好な表面品質の鋳片を安定して得る

手段として、種々の方法が検討されている。その一つとして、冷却ドラムと凝固殻との間に断熱層となるエアギャップを形成するように、冷却ドラムの周面に凹凸を設けることが特開昭60-184449号公報で提案されている。このエアギャップによつて、冷却ドラムの抜熱能力が小さくなり、熔融金属の緩冷却が行われる。その結果、凝固厚みが板幅方向に均一化され、形状特性の優れた薄肉鋳片の製造が可能になるとされている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかし、本発明者等の実験によれば、冷却ドラムの周面に特定深さの凹凸を均一に付け、それを初期の状態に維持するにただけでは、十分な効果が安定して得られないことが判つた。たとえば、冷却ドラムの周面に大きな凹凸を連続して設けると、得られた薄肉鋳片の表面に凹凸が生成することは勿論、その部分における熱応力の集中が促進され、逆に割れの発生が助長される。また、冷却ドラムの周面に線状、角状の凹凸を形成すると、これら凹凸の角部が割れの起点となり、薄肉鋳片に多数の割れが発生する。

このようなことから、冷却ドラムの周面に設ける凹凸の均一性を確保し、凹凸深さを特定することの他に、凹凸の形状や凹部の大きさが薄肉鋳片の表面性状に大きな影響を与えることが判つた。

そこで、本発明者等は、互いに独立した円形又は長円形の凹みを冷却ドラムの周面に設けることにより、割れ、肉厚変動等のない優れた表面性状及び形状特性をもつ薄肉鋳片を製造することを開発し、これを別途出願した。しかし、このような円形又は長円形状の凹みを形成した場合にあつても、その凹みの分布如何では、冷却ドラムの周面に形成される凝固シエルに、熱応力が集中し易い個所が局部的に発生する場合がある。このような個所があるとき、その部分で薄肉鋳片に割れ等の欠陥が発生することになる。

そこで、本発明は、この円形又は長円形状の凹みの分布に改良を加えることによつて、その凹みの効果を活かしながら、より健全な表面性状を持つ薄肉鋳片を製造することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段及び作用〕

本発明の薄肉鋳片の連続製造装置用冷却ドラムは、ドラム周面に深さが5~100 $\mu$ mで、直径が

0.1~1.2mmの範囲にある円形状又は長円形状の複数種の大きさの多数の窪みを、その開口端間の最接近距離を0.1~2.0mmの範囲で離間させて配設してなり、隣接する該窪みの開口端間の最接近距離が0.1~0.5mmの範囲では、直線状、円弧状、鉤状等のいずれの方向にも面積の同じ窪みが4個以上連続して配列されていないことを特徴とするものである。

本願発明における開口部の直径とは、これら短径及び長径を包含する意味で使用している。

また、本発明でいう面積とは窪みの開口面積とし、面積が同じ窪みとは、面積差が10%以内のものとする。

本発明の冷却ドラムは、その周面に多数の円形又は長円形状の窪みが形成されている。この冷却ドラムの周面に熔融金属が接触し、その凝固シエルが形成されるとき、この窪みは、互いに連続しない独立したエアギャップを形成する。そのため、このエアギャップによつて緩冷却の未だ剛性の低い状態にある高温部分（凝固シエル薄肉部）は、凝固シエルの表面上で連続することなく、互いに分断されたものとなる。すなわち、このエアギャップ効果によるこの高温部は、冷却ドラムに直接接触することによつて十分に冷却された剛性の大きな部分によつて取り囲まれた状態を形成する。

このとき、本発明の冷却ドラムにおいては窪みの大きさ、形状、深さおよび窪み間の最接近距離を適正範囲に配列して、窪みに対応する個所で形成され剛性の低い状態にある凝固シエル部分が、凝固シエル表面に長い範囲で連続的に生成することはない。その結果、割れの原因となる応力集中部の分散が図られ、亀裂のない表面性状をもつ薄肉鋳片を得るものである。

〔実施例〕

以下、図面を参照しながら、実施例により本発明の特徴を具体的に説明する。

第4図は、本発明が適用されたツインドラム方式の連続製造機を示す。

熔融金属は、タンディッシュ1等の中間容器から、一對の冷却ドラム2及びサイド堰（図示せず）で仕切られた湯溜り部3に注入される。注入された熔融金属は、冷却ドラム2の抜熱によつて、その周面で冷却・凝固する。このようにし

5

て、それぞれの冷却ドラム2の周面に形成した凝固シエルは、冷却ドラム2の回転に伴って下方に移動し、キッシングポイント4で圧接され、一枚の薄肉鋳片5として冷却ドラム2の間から送り出される。この薄肉鋳片5は、ループを描きながらピンチロール6に向けて搬送される。

湯溜り部3の溶融金属と接触する本発明の冷却ドラム2は、第1図に拡大して示すように、直径0.1~1.2mmの範囲にある円形状開口部をもち、深さが5~100 $\mu$ mの複数種の大きさの多数の窪み11が、隣接する窪みの開口端間の最接近距離dを0.1~2.0mmの範囲で離間させており、且つ該最接近距離dが0.1~0.5mmの範囲では、直線状、弧状、鉤状等のいずれの方向にも面積の同じ窪みが4個以上連続しないように互いに接することなく分布している。ここで面積が同じ窪みとは、開口面積差が±10%以内にある窪みをいう。この窪み11は、円形状の開口部を有しているので、線状、矩形状の開口部をもつ凹凸とは異なり、割れ発生の起点となる角部がない。なお、窪み11の開口部の形状としては、円形状の他に、長円形状のものも使用される。開口部を長円形状とする場合、短径と長径との比を0.6以上とすることが好ましい。この場合、短径及び長径のいずれも0.1~1.2mmの範囲に維持する。

本発明者等による知見によれば、窪み11の直径が0.1mm以下ではエアギャップの形成がなく緩冷却効果が少ない上に、クリーニングが難しく、ドラム表面の打斑や摩耗の影響を受け易く、加工も難しい。他方、窪み11の直径が1.2mmをこえると窪み11自体が微小割れの起点になり易くなり、窪み11に溶融金属が侵入し、得られた薄肉鋳片の表面に多数の微細な突起が生成される。また、窪み11が5 $\mu$ m未満の浅いものであれば、エアギャップの形成がなく、緩冷却効果が著しく低下する。加えて、窪みに溶湯が侵入して鋳片の表面に多数の微細な突起が生成され、製品の品質上も好ましくない。他方、100 $\mu$ mを越える深さをもつ窪み11にあつては、開口直径1.2mm以下の窪みに関する限り、効果の増大は顕著に認められなかった。

また、隣接する窪み11開口端間の最接近距離(以下、「窪み間の最接近距離」という。)が0.1mm以下となるとき、これら窪み11が連続した場合

6

と同様エアギャップが連続した状態になり、凝固シエルに長さのある剛性低下部が生じる。このため、窪み11間の最接近距離dを0.1mm以上にする必要がある。また、窪み11間の最接近距離dの上限は、窪み11によるエアギャップ生成を有効的なものとする上で、2.0mm以下に維持することが好ましい。そして、最接近距離dが0.1~0.5mmの範囲では、直線状、弧状、鉤状等、いずれの方向にも同じ大きさの開口部をもつ窪み11の連続配列の個数が4個以上になると、この連続配列される凝固シエル表面に直線状、弧状、鉤状等、又はそれに近い形状をもつ剛性低下部分が連続生成されるため、割れ発生の原因となることが多い。とくに、円形状の窪みの場合では、大きさが同じ(合同)場合、これが顕著であり、大きさ、形状の異なる場合については顕著ではないがその傾向がある。また、窪み間最接近距離dが0.5~2.0mmの場合は割れ発生は少なく、前記の他の条件を満足していれば、いずれの場合も大差はないことについて知見を得た。第2図は、冷却ドラムの周面に同じ大きさ(合同)の窪み11を窪み間最接近距離dを0.3mmとして均一に分布させた比較例を示す。この場合、冷却ドラムの周面全体でみると、窪み効果により冷却ドラムと凝固シエル間にエアギャップが均一に分散生成し、凝固シエル表面には急冷部分と緩冷却部分が均一に分布する。しかし、窪み間最接近距離dを同じにして規則的に配列した場合、凝固シエルの剛性低下部(薄肉部)が連続して長いものとなる場合が生じることになり、ここに熱応力が集中し、割れが発生する。

第3図は、第1図の本発明の実施例と第2図の比較例における割れ発生指数を表したグラフである。本発明、比較例ともに温度1500℃のステンレス鋼組成をもつ溶鋼から、65m/分の鋳造速度で肉厚2.4mmで幅800mmの薄肉鋳片を製造したときの結果を示す。同図において縦軸は、鋳造長さ1m当たりの総割れ長さ(cm)を割れ発生指数として表している。第1図に示すような不均一分布の窪み11を配列した本発明の冷却ドラムを用いた場合には割れの発生が極めて少ない。これに対し、第2図に示すような均一分布の窪みを配列した比較例の冷却ドラムを用いた場合には割れの発生が顕著になつている。

7

本発明における窪み 11 の形や分布は、好適なエアギャップを形成する上で大きな影響をもつ。そのため、窪み 11 の成形には高度な精度が求められるので、普通の工作機械によるよりも、エッチング、放電加工、プラズマ加工、電子ビーム加工、レーザ加工等によつて窪み 11 を形成することが好ましい。

このようにして窪み 11 を周面に形成した冷却ドラム 2 を使用して薄肉鋳片を製造するとき、その窪み 11 に酸化物、不純物等が堆積・付着し易い。このような堆積・付着があると、窪み 11 を設けた効果が低減する。そこで、第 4 図に示すように、冷却ドラム 2 の周面に対向してクリーニングブラシ 7 を配置することが好ましい。このクリーニングブラシ 7 によつて、冷却ドラム 2 の周面、特に窪み 11 に堆積している付着物が除去される。

この清浄化された冷却ドラム 2 の周面に対し、更にドラムコーター 8 によつて、ジルコン又はアルミナ等を主成分とするドラム塗布剤を塗布することもある。これにより、鋳片の一層の品質向上とドラム寿命の延長が図られる。

〔発明の効果〕

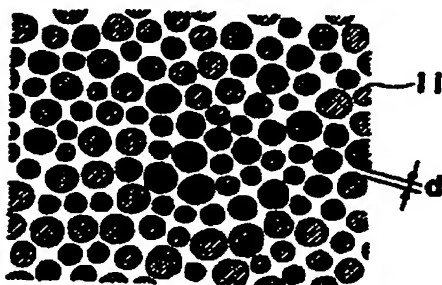
8

以上に説明したように、本発明においては、冷却ドラムの周面に形成される円形又は長円状の開口部をもつ窪みを所定条件下で不規則に分布させることによつて、割れの原因となる応力集中部を長いものとすることなく、冷却ドラムの周面と凝固シエルとの間にエアギャップを形成して冷却条件を緩和し、割れのない平滑な表面をもつ薄肉鋳片を製造することができる。このとき、この窪みは、角部のない円形又は長円状の開口部を持っているので、亀裂発生発の起点となることがない。このようにして得られた薄肉鋳片は、割れのない優れた表面性状をもつものとなり、これを後続する工程で圧延した場合にあつても割れ、破断等の問題を生じることがない。

#### 15 図面の簡単な説明

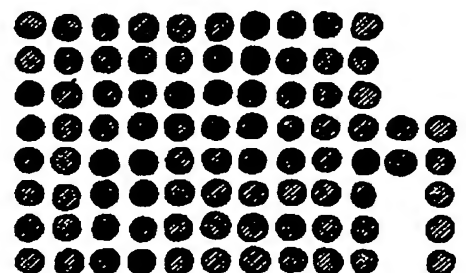
第 1 図は本発明の冷却ドラムの周面に不規則に設けた窪みを示す平面図であり、第 2 図は窪みを規則的に分布させた比較例を示し、第 3 図は窪みの分布状態が鋳片の割れに与える影響を示したグラフであり、第 4 図は本発明の冷却ドラムを組み込んだツインドラム方式の連続鋳造機を示す全体図である。

第 1 図

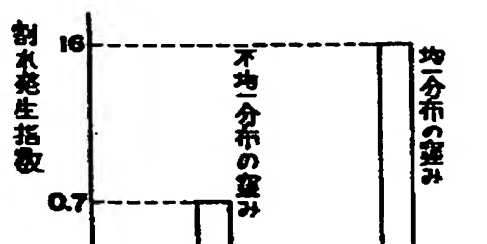


11: 窪み  
d: 最近距離

第 2 図



第 3 図



第4図

